

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Radinja, M., 2013. Postopki investicijske presoje za zmanjšanje poplavne ogroženosti. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Banovec, P., somentorica Domadenik, P.): 27 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Radinja, M., 2013. Postopki investicijske presoje za zmanjšanje poplavne ogroženosti. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Banovec, P., co-supervisor Domadenik, P.): 27 pp.

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

PRVOSTOPENJSKI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM VODARSTVO IN  
OKOLJSKO INŽENIRSTVO (UN)

Kandidat:

**MATEJ RADINJA**

**POSTOPKI INVESTICIJSKE PRESOJE ZA ZMANJŠANJE  
POPLAVNE OGROŽENOSTI**

Dilomska naloga št.: 12/B-VOI

**PROCEDURES FOR THE FEASIBILITY STUDY FOR FLOOD  
RISK REDUCTION**

Graduation thesis No.: 12/B-VOI

**Mentor:**

doc. dr. Primož Banovec

**Predsednik komisije:**

doc. dr. Dušan Žagar

**Somentorica:**

izr. prof. dr. Polona Domadenik

Ljubljana, 17. 09. 2013

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

**IZJAVE**

Podpisani Matej Radinja izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Postopki investicijske presoje za zmanjšanje poplavne ogroženosti«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 10. 9. 2013

Matej Radinja

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

UDK	556.166(043.2)
Avtor	Matej Radinja
Mentor	Primož Banovec, doc. dr.
Somentorica	Polona Domadenik, izr. prof. dr.
Naslov	Postopki investicijske presoje za zmanjšanje poplavne ogroženosti
Tip dokumenta	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema	27 str., 14 preg., 11 sl, 1 pril.
Ključne besede	investicijska presoja, poplavna ogroženost, poplavna škoda, pričakovana letna škoda, model za vrednotenje pričakovanih letnih škod

### **Izvleček**

V diplomski nalogi je na primeru vasi Pšata v občini Domžale obravnavano področje ekonomskega vrednotenja poplavnih škod. Na začetku spoznamo teoretična izhodišča in metodologijo ekonomske obravnave javnih investicij, ki je zakonsko določena za vse investicije financirane iz javnih sredstev v Republiki Sloveniji. Nato se posvetimo modelu za vrednotenje pričakovanih letnih škod na podlagi individualne ocene pričakovane poplavne škode za vsak škodni objekt (HEC-FDA). Njegovo delovanje v začetku predstavimo, nato pa z zbranimi vhodnimi podatki izračunamo pričakovano letno škodo za obravnavano naselje. Rezultat škodne analize nam služi kot osnova za analizo stroškov in koristi, na podlagi katere določimo še mejne stroške investicije. Slednje ugotovimo ob pogoju pozitivne neto sedanje vrednosti investicije, ki je odvisna od predpostavljene stopnje diskontiranja in ekonomske življenjske dobe investicije. Ker je primarni namen diplomske naloge seznanitev z osnovnimi pristopi modeliranja poplavnih škod, ne obravnavamo upravičenosti posameznih ukrepov varovanja naselja pred poplavni vodami, ampak samo analiziramo obstoječe stanje oz. scenarij »ne naredimo nič«. Kljub temu pa nam rezultati opravljene analize nakazujejo, da investicije večjih vrednosti na tem področju iz ekonomskega vidika niso opravičene. Zato predlagamo usmeritev v manjše tehnične ukrepe in preventivno ukrepanje vseh, katerih premoženje je ob poplavah lahko ogroženo.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

UDC	556.166(043.2)
Autor	Matej Radinja
Supervisor	assist. prof. Primož Banovec, Ph.D.
Co-advisor	assoc. prof. Polona Domadenik, Ph.D.
Title	Procedures for the feasibility study for flood risk reduction
Document type	Graduation Thesis – University studies
Notes	27 p., 14 tab., 11 fig., 1 ann.
Key words	feasibility study, flood risk, flood damage, expected annual damage, model for the evaluation of the expected annual damage

**Abstract**

In this thesis we took under consideration the field of economic evaluation of flood damage in the case of village Pšata. In the beginning we present theoretical principles and methodology of the economic evaluation of public investments, which is legally required for all investments financed from public funds in Republic of Slovenia. Then we focus on a model for the evaluation of the expected annual damage on the basis of structure related individual flood damage assessment (HEC-FDA). Initially the operational principles of the model are introduced. Afterwards the expected annual flood damage for our settlement is calculated. The calculation is based upon the gathered input data. The result of flood damage analysis serves as an input for the cost-benefit (C/B) analysis. We determined marginal costs under condition of a positive net present value of the investment, which depends on the assumed discount rate and economic duration of the investment. Since the primary purpose of the thesis is to get acquainted with the basic approach of modeling of flood damage, we do not consider the eligibility of individual measures to protect the village from the floods, but we only compare the existing situation with the reference to "doing nothing" scenario. Nevertheless, the results of the analysis indicate that larger investments for the flood damage reduction in the analyzed area are not justified from an economic point of view. Therefore, we propose to concentrate on individual flood protection measures and preventive actions implemented by the individual property owners.

## **ZAHVALE**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Primožu Banovcu za vse njegove nasvete in vodenje pri snovanju diplomske naloge.

Posebna zahvala velja tudi staršem, ki so mi omogočili študij in prijateljem za moralno podporo.

**KAZALO VSEBINE**

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA .....	I
IZJAVE .....	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK .....	III
ZAHVALE .....	V
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 DOLOČITEV CILJA DIPLOMSKE NALOGE .....	1
<b>2 REKA PŠATA.....</b>	<b>2</b>
2.1 OPIS LOKACIJE .....	2
2.2 POPLAVE OB PŠATI.....	3
<b>3 TEORETIČNA IZHODIŠČA.....</b>	<b>5</b>
3.1 ZNAČILNOSTI POPLAV V SLOVENIJI .....	5
3.2 VRSTE POPLAVNIH ŠKOD .....	5
3.3 RAZLIKE V MODELIRANJU POPLAV (1D, 2D) .....	6
<b>4 EKONOMSKA ANALIZA JAVNIH INVESTICIJ.....</b>	<b>8</b>
4.1 METODOLOŠKE OSNOVE.....	9
4.2 METODE ZA PRESOJO UPRAVIČENOSTI .....	9
4.3 MERILA ZA UGOTAVLJANJE UČINKOVITOSTI INVESTICIJE.....	9
4.3.1 FINANČNA MERILA .....	9
4.3.2 EKONOMSKA MERILA .....	9
4.3.3 RAZVOJNA MERILA.....	10
<b>5 MODEL ZA OCENJEVANJE ŠKODE HEC-FDA.....</b>	<b>11</b>
5.1 OPIS PROGRAMA.....	11
5.2 DELOVANJE PROGRAMA HEC-FDA.....	11
5.3 IZRAČUN PRIČAKOVANIH LETNIH ŠKOD (PLŠ) .....	13
<b>6 POSTOPEK ANALIZE .....</b>	<b>16</b>
6.1 PRIČAKOVANE LETNE ŠKODE.....	16
6.2 MODEL OBSTOJEČEGA STANJA (1D-2D).....	19
6.3 VERIFIKACIJA Z REGISTRIRANIMI ŠKODAMI .....	19
6.4 UKREPI ZA ZMANJŠANJE PRIČAKOVANE LETNE ŠKODE .....	19
<b>7 UGOTOVITVE.....</b>	<b>25</b>
<b>8 ZAKLJUČKI.....</b>	<b>26</b>
VIRI .....	27



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Relativni strmec reke Pšate	2
Preglednica 2: Višina vode nad zapolnjeno strugo ob najvišjih poplavah junija 1968 (Komac, 2008)	3
Preglednica 3: Vrste poplavnih škod s primeri (Messner, 2007: str. 10)	6
Preglednica 4: Razlike med 1D in 2D hidravličnim modeliranjem (Colorado, 2006: str 45)	7
Preglednica 5: Mejne vrednosti, ki določajo pripravo in obravnavo posamezne vrste investicijske dokumentacije (UEM 4. člen)	8
Preglednica 6: Vsebinski sklopi programa HEC-FDA	11
Preglednica 7: Potek izračuna pričakovane letne škode s programom HEC-FDA	12
Preglednica 8: Skupna in povprečna vrednost objektov po škodnih razredih	19
Preglednica 9: Diskontirane vrednosti	20
Preglednica 10: Ekonomske dobe po področjih (Evropska komisija, 2006: str. 7)	21
Preglednica 11: Običajna pričakovana donosnost (Evropska komisija, 2006: str. 15)	22
Preglednica 12: Neto koristi pri investiciji 110.000 €	23
Preglednica 13: Neto koristi pri investiciji 205.000 €	24
Preglednica 14: Višina investicije, ki še zagotavlja pozitivno NSV ukrepa	24

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Zračni posnetek vasi Pšata in okolice	2
Slika 2: Poplavna karta vasi Pšata za 100 letne vode (IZVO-R, 2008)	4
Slika 3: Princip upoštevanja krivulj pri določitvi PLŠ po metodi FDA	13
Slika 4: Krivulja PLŠ »brez ukrepa« (Messner, 2007, str. 8)	14
Slika 5: Krivulja PLŠ »z ukrepom« (Messner, 2007, str. 9)	14
Slika 6: Prikaz obravnavanih objektov (označeni rumeno) v GIS programu Manifold	16
Slika 7: Lastnosti objekta v programu Manifold	17
Slika 8: Indeksi znižanja vrednosti hiš (GURS, 2013: str. 4)	18
Slika 9: Razdelitev PLŠ po škodnih razredih	18
Slika 10: Graf neto koristi pri investiciji 110.00 €	23
Slika 11: Graf neto koristi pri investiciji 205.000 €	24

## **1 UVOD**

### **1.1 Določitev cilja diplomske naloge**

Cilj diplomske naloge je izkazati pomembnost finančnega in ekonomskega vrednotenja javnih investicij v protipoplavno infrastrukturo. Na konkretnem primeru vasi Pšata bomo ugotovili, pri kateri višini investicije je ukrep varovanja urbanih površin proti poplavnim vodam še ekonomsko upravičen. Za kvantitativno analizo pričakovane letne škode (PLŠ) bomo uporabili model za ocenjevanje škode HEC-FDA, v katero bomo vključili objekte, ki jih dosežejo poplave s 500-letno povratno dobo. Ob poznavanju koristi, ki bi jih izvedeni ukrep zagotavljal in stroških, ki jih predstavlja njegova izvedba ter kasnejše vzdrževanje, bomo ob pogoju doseganja pozitivne neto sedanje vrednosti določili še sprejemljiv nivo financiranja.

V primeru poplavne škode je modeliranje predvsem usmerjeno na ekonomske modele, ki omogočajo zajemanje širšega nabora možnih poplavnih škod in za potrebe samega modeliranja ustreznejši nabor rešitev.

## 2 REKA PŠATA

### 2.1 Opis lokacije

Reka Pšata izvira na južnem robu Kamniško-Savinjskih Alp in na svoji 28 km dolgi poti do izliva v Kamniško Bistrico med naseljema Beričevo in Dol pri Ljubljani zbira padavine iz 139 km<sup>2</sup> velikega porečja. Pšata širše gledano pripada porečju Save, z istim imenom pa poimenujemo dve vasi, eno ob izviru reke in drugo ob njenem izlivu.

Vas Pšata, ki jo obravnavamo, se nahaja v občini Domžale, poldrugi kilometer severovzhodno od avtocestnega priključka Lj.-Šentjakob ob avtocesti A1 Ljubljana–Maribor. Gre za suburbano naselje z 418 prebivalci, ki je z večine sestavljeno iz enostanovanjskih hiš. Poleg njih je v vasi še nekaj večjih kmetij s pripadajočimi gospodarskimi objekti, mlin, cerkev, gasilski dom in gostišče.



Slika 1: Zračni posnetek vasi Pšata in okolice

Vas v smeri SZ-JV razpolavlja reka Pšata in jo deli na severni/vzhodni in južni/zahodni del. Rečno korito v območju vasi ne poteka naravnost, temveč pogosto spreminja smer, kar še dodatno vpliva na omejeno prevodnost poplavnih voda v območju naselja. Poleg tega ima reka tukaj majhen strmec rečnega korita, saj se nahajamo na ravnini, ki jo je izoblikovala reka Kamniška Bistrica, v katero se kmalu za vasjo izliva Pšata.

Preglednica 1: Relativni strmec reke Pšate

Odsek vodnega toka	Nadmorska višina zgornje in spodnje točke odseka (m)	Dolžina vodnega toka (km)	Relativni strmec na odseku (‰)
Pšata: izvir – izliv	405–269	28,0	4,9
Pšata: izvir – Moste	405–330	10,0	7,5
Pšata: Moste – izliv	330–269	18,0	3,4

## 2.2 Poplave ob Pšati

Območja kjer se razliva reka Pšata ob povišanem vodostaju, lahko tako kot drugod, ločimo na območja rednih ter obsežnejših oz. velikih poplav, ki poplavijo 1513 ha. Poplavno območje se najbolj razširi v njenem spodnjem toku, kjer se reka oddalji od osamelcev in teče po južnem delu Bistriške ravnine do izliva v Kamniško Bistrico. To območje, ki sega od Dragomlja do Komende je zaradi goste poselitve, ki sega tudi na poplavno območje, ob poplavah pogosto poplavljen. Razlog za naselitev ob sami reki, lahko historično gledano najdemo v sestavi tal, saj je ilovnata naplavna ravnica manj primerna za kmetijsko pridelavo, kot območja prodnih nanosov. Človek je svojo ranljivost do poplav z določenimi posegi v okolje še povečal:

- gradnjo majhnih jezov (na Pšati jih je bilo 26),
- prometnimi nasipi,
- mostovi in
- pozidavo na poplavnih območjih.

S tovrstnimi ukrepi naselja Moste, Mengeš, Trzin, Dragomelj in Pšata predstavljajo ozka grla za poplavne vode, kar je navkljub regulacijam povzročilo večjo poplavno ogroženost. Največje poplavno območje v spodnjem delu reke se nahaja med Trzinom in Dragomljem, ki je pred regulacijo skupno obsegal 600 ha in se raztezal v širini do 2 km. Tukaj poplavlja tudi pritoki na desni strani in talna voda na območju južno od Trzina, Depale vasi in Domžal na levi strani. Zaradi ravninskega sveta, majhnega strmca, plitve struge in manj prepustnih ilovnatih sedimentov so bile poplave, ki so običajno globoke le nekaj decimetrov, v preteklosti pogoste. (Komac, 2008)

Preglednica 2: Višina vode nad zapolnjeno strugo ob najvišjih poplavah junija 1968 (Komac, 2008)

Naselje	Višina vode nad zapolnjeno strugo (m)
Moste	0,9
Mengeš	1,1
Trzin	0,7

Regulacija Pšate v smeri Trzin – severne Mlake – južno mimo Depale vasi – spodnja Pšata pri Dragomlju je bila izvedena leta 1949. Vzporedno je bil med Mengšem in Srednjimi Jaršami izkopen razbremenilni kanal Pšata – Kamniška Bistrica. Po izvedenih regulacijah Pšata skorajda ni več poplavljala, kar nekaj škode pa je ponovno naredila ob poplavi 18. 9. 2007, takrat so v Topolah izmerili pretok  $52\text{m}^3/\text{s}$ . V Komendi, Mostah, Suhadolah in Topolah je poplavelo več stanovanjskih hiš in prav tako v Mengšu, kjer je podrla nasip na desnem bregu in ogrožala vrtec, nekaj kleti je poplavelo tudi v Trzinu. (Komac, 2008)



Slika 2: Poplavna karta vasi Pšata za 100 letne vode (IZVO-R, 2008)

Stanje poplavne nevarnosti je bilo analizirano tudi v okviru projekta izdelave hidravlične presoje in kart poplavne nevarnosti za potrebe postopka sprejemanja Sprememb in dopolnitev plana občine Domžale, kjer je bila karta poplavne nevarnosti določena tudi za območje naselja Pšata (Slika 2).

### 3 TEORETIČNA IZHODIŠČA

#### 3.1 Značilnosti poplav v Sloveniji

Poplave v Sloveniji praviloma nastopijo zaradi intenzivnih padavin, ki jih prinašajo vlažne frontalne zračne gmote. Na naše kraje vplivajo predvsem cikloni, ki nastanejo v območju Islandskega in Genovskega minimuma ter s stalnimi zahodnimi vetrovi potujejo nad naše kraje. Njihovo vzpenjanje ob Alpsko-Dinarskem gorovju povzroči nastanek obilnih orografskih padavin. Glede na predhodno navlaženost zemljišč padavine povzročijo večji ali manjši odtok vode, ki se zbira v vodotokih in s povečanim pretokom povzroča dvig gladine vode v strugi, ki lahko vodi do prelitja roba struge in razlitje po okolici.

Večina slovenskih vodotokov se nahaja v zgornjem delu porečja, kjer sta značilna velik strmec rečnega dna in posledično velika hitrost vodnega toka. Zato se v Sloveniji pogosto srečujemo s hudournišskimi poplavami, kjer poplavni val hitro nastopi in kmalu zatem sledi njegov upad. Zaradi tega prebivalci na ogroženih območjih pogosto nimajo na razpolago dovolj časa, da bi dodatno zaščitili svoje nepremičnine in na varno premaknili svoje premoženje.

Večje poplave lahko nastopijo tudi v kombinaciji padavin in:

- hkratnim taljenjem snega v visokogorju,
- zamrznjenih tal, kar povzroči visok površinski odtok,
- združitvi dveh ali več poplavnih valov dolvodno od sotočja.

#### 3.2 Vrste poplavnih škod

»**Neposredne poplavne škode** zajemajo vse vrste škod, ki se nanašajo na takojšnji fizični stik poplavne vode z ljudmi, premoženjem in okoljem. To na primer vključuje:

- škodo na stavbah, imetju in infrastrukturi,
- izgubo pridelkov in živine v kmetijstvu,
- izgubo človeških življenj in takojšnje vplive na zdravje ljudi in
- škodo na okolju.

Neposredne škode za gospodarske družbe se običajno meri kot zmanjšanje vrednosti delnic.

**Posredne poplavne škode** so škode povzročene zaradi motenj fizičnih in gospodarskih vezi z gospodarstvom in dodatnimi stroški nujnih in drugih ukrepov, sprejetih za preprečevanje škode poplav in drugih izgub. To na primer vključuje:

- izpad proizvodnje podjetij na katere je vplivala poplava in povzročene izgube proizvodnje njihovih dobaviteljev in kupcev,
- stroške motenj v prometu in stroške interventnih služb.

Posredne škode za gospodarske družbe se pogosto merijo tudi kot zmanjšanje obsega poslovanja.

Škodo, ki jo je mogoče zlahka ovrednotiti v denarnem smislu, kot je škoda na premoženju, izguba proizvodnje itd., se imenuje **opredmetena škoda**.

Za človeške žrtve, učinke na zdravje, škodo na okolju in na vseh vrstah dobrin in storitev, s katerimi se ne trguje na borzi je škodo veliko težje oceniti v denarju. Zato so označene kot **neopredmetena škoda**.« (Messner, 2007: str 10)

Preglednica 3: Vrste poplavnih škod s primeri (Messner, 2007: str. 10)

		Merjenje škode	
		Opredmetena	Neopredmetena
Oblika škode	Neposredna	Fizična škoda na sredstvih: - zgradbe - imetje (notranja oprema, stroji,...) - infrastruktura	- Človeške žrtve - Vplivi na zdravje - Škoda na okolju
	Posredna	- Izguba industrijske proizvodnje - Oviran promet - Stroški intervencij	- Nevšečnosti povezane s psihološkim okrevanjem ljudi po poplavih (strah, občutek tesnobe) - Povečana ranljivost prizadetih v poplavih

Pri obravnavanju poplavnih dogodkov pogosto govorimo o poplavni ogroženosti (angl. risk) določenega območja. Poplavna ogroženost je soodvisna od dveh dejavnikov:

- nevarnosti (angl. hazard) in
- ranljivosti (angl. vulnerability).

Nevarnost je naravno pogojena izpostavljenost določenega območja na delovanje poplavnih voda. Ranljivost pa je pogojena s strani človeka, ki z lastnim delovanjem v okolju in poseganjem vanj povečuje svojo izpostavljenost do poplav.

Poplavne škode so posledica poplavne ogroženosti, zato se v nadaljevanju vsebinsko nanašamo nanjo.

### 3.3 Razlike v modeliranju poplav (1D, 2D)

S hidrodinamičnimi modeli ugotavljamo osnovne hidrodinamične količine v času poplav (hitrosti v vseh treh koordinatnih smereh in gladino). Pri modeliranju poplavnih voda se nam v primerjavi s tokom pri običajnih razmerah pojavljata dve posebnosti: nestacionarnost oz. časovna spremenljivost in neenakomerna razporeditev količin po prečnem prerezu. O enodimenzijem oz. 1D modelu govorimo kadar računamo hitrost le v eni smer, navadno največji, torej strugi vodotoka, ki poteka v smeri toka. 1D model reke kot računsko celico uporablja volumen med dvema prečnima profiloma. V primeru, da je bistvena tudi ena od stanskih komponent hitrosti, opravimo izračune z 2D modelom reke, ki za računske celice uporablja ploskve, ki skupaj sestavljajo površino obravnavanega območja. V primeru poplav se reka prelije preko roba struge, takrat je pomembna tudi komponenta hitrosti, ki se oblikuje pravokotno na glavno smer vodotoka. Še vedno pa ne upošteva vertikalnega gibanja. Za vertikalno hitrost privzamemo, da je enaka 0, saj je 2D modeli ne modelirajo.

Kadar govorimo o modeliranju poplav, zaradi razlitja vode preko roba struge postane pomembna sprememba količin v prečnih smereh glede na osnovno strugo vodotoka. V tem primeru račun z 1D modelom ni več ustrezen, saj dobimo poleg toka v smeri struge tudi kompleksno razvejane stranske tokove, ki potekajo po poplavnem območju. Možno rešitev predstavljajo hibridni 2D modeli.

Pri 2D modelih so smeri toka vode in mesta izlitja iz struge odvisne od same konfiguracije terena in se dinamično spreminjajo v odvisnosti od vodostaja. Z njimi izračunamo globino vode in globinsko povprečne komponente hitrosti v vzdolžni in prečni smeri toka vode. (Trček, 2003)



Zaradi razlik kako vsak model izračuna hidravlične parametre, imajo 2D modeli gotovo prednosti pred 1D modeli v več situacijah. Ker vključujejo:

- Zahtevno geometrijo poplavnega območja:
  - pojavljanje več poplavnih tokov,
  - široko poplavno območje in
  - spreminjaje poti glavne struge in poplavnega območja.
- Zahtevna območja prečkanja mostov:
  - večje število odprtin,
  - cestni nadvozi,
  - prečkanje v bližini zavojev struge in
  - nagnjeni nasipi.
- Aluvialne nanose
- Nesimetrična poplavna območja
- Območja gostega meandriranja
- Območja pletenega/razdeljenega toka.

Preglednica 4: Razlike med 1D in 2D hidravličnim modeliranjem (Colorado, 2006: str 45)

Razlike med 1D in 2D hidravličnim modeliranjem		
Lastnost ali faktor	1D modeliranje	2D modeliranje
Smer toka	Določena (streamwise)	Izračunana
Prečna hitrost in moment	Zanemarjena	Izračunana
Vertikalna hitrost in moment	Zanemarjena	Zanemarjena
Povprečna hitrost izračunana na ...	Prečnem profilu	Globini točke
Porazdelitev prečne hitrosti	Skladno predpostavljena	Izračunana
Prečna odstopanja vodne gladine	Zanemarjena	Izračunana
Vertikalna odstopanja	Zanemarjena	Zanemarjena
Nestalni tok	Je lahko vključen	Je lahko vključen

Poleg teh lokacijskih podatkov, nekatere hidravlične študije zahtevajo dodatne, bolj natančne podatke, ki jih lahko zagotovimo z 2D modeli. To so lahko podatki o:

- protipoplavnih nasipih,
- rečnem bregu,
- habitatni analizi in
- analizi tolmunov. (Colorado, 2006: str. 48 - 50)

Glede na navedeno lahko ugotovimo, da dvodimenzijski modeli predstavljajo osnovo za kvalitetno določitev pričakovanih globin ob škodnem objektu, saj le v primeru poplavnih območij v ozkih dolinah ne prihaja do nesimetričnih poplavnih dogodkov. V nadaljevanju se z nalogo tako usmerjam na poplavno nevarnost, ki je opredeljena na osnovi dvodimenzijskih matematičnih modelov, kar je pomembno tudi za obravnavano testno območje naselja Pšata.

#### 4 EKONOMSKA ANALIZA JAVNIH INVESTICIJ

Pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije za vse investicijske projekte in druge ukrepe, ki se financirajo po predpisih, ki urejajo javne finance v Republiki Sloveniji določa Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ (Uradni list RS, št. 54-3041/2010: 8195). V Uredbi najdemo sledeči razlagi za izraza v naslovu tega odstavka:

»13. "ekonomska analiza" je skupno ime za ovrednotenje, pri katerem se upoštevajo vsi ekonomski stroški in koristi v družbi. Utemeljuje upravičenost projekta s širšega družbenega, razvojnogospodarskega in socialnega vidika;

20. "investicije" so naložbe v povečanje in ohranjanje premoženja države, lokalnih skupnosti in drugih vlagateljev v obliki zemljišč, objektov, opreme in naprav ter drugega opredmetenega in neopredmetenega premoženja, vključno naložbe v izobraževanje in usposabljanje, razvoj novih tehnologij, izboljšanje kakovosti življenja in druge naložbe, ki bodo prinesle koristi v prihodnosti.

Iz tega sledi, da se Uredba uporablja za ugotavljanje prednosti in slabosti posameznih predlogov projektov oz. pri odločanju o izbiri izvedljivih projektov, katerih rezultati bodo prispevali k vzdržnemu (trajnostnemu) razvoju družbe in jih bo mogoče nadzirati v vseh fazah projektnega cikla. Na podlagi izsledkov analiz vrednotenja učinkov teh projektov bo omogočila oblikovanje politike za koristno, gospodarno in učinkovito uporabo javnih sredstev.« (Uradni list RS, št. 54-3041/2010: 8195)

Preglednica 5: Mejne vrednosti, ki določajo pripravo in obravnavo posamezne vrste investicijske dokumentacije (UEM 4. člen)

		Vrednost projekta (v 1.000 €)				
		< 100.	< 300.*	300. – 500.	500. - 2.500.	> 2.500.
<b>Vrsta investicijske dokumentacije</b>	Dokument identifikacije investicijskega projekta	Vsebina inv. dok. se lahko	✓	✓	✓	✓
	Investicijski program	ustrezno			✓	✓
	Predinvesticijska zasnova	prilagodi (poenostavi)				✓

\* Velja pri:

- tehnološko zahtevnih investicijskih projektih;
- investicijah, ki imajo v svoji ekonomski dobi pomembne finančne posledice (na primer visoki stroški vzdrževanja);
- kadar se investicijski projekti (so)financirajo s proračunskimi sredstvi.

#### **4.1 Metodološke osnove**

»Glede na vrsto investicijske dokumentacije je treba pri ocenjevanju smiselno uporabiti naslednje metodološke osnove:

- določitev ciljev,
- priprava predlogov variant za uresničevanje ciljev,
- opredelitev vrednostnega in fizičnega obsega stroškov in koristi vsake variante,
- ugotavljanje občutljivosti variant,
- izbor najboljše variante in predstavitev izsledkov.« (UEM, 5.člen)

#### **4.2 Metode za presojo upravičenosti**

»Pri izračunih in drugih postopkih za presojo upravičenosti projektov se v dokumentaciji lahko uporabljajo:

- analiza stroškov in koristi,
- analiza stroškovne učinkovitosti,
- analiza tveganja,
- analiza občutljivosti,
- analiza vplivov,
- multikriterijska analiza,
- druge primerne metode, ki upoštevajo pravila stroke ter posebnosti posameznega področja.« (UEM, 7. člen)

#### **4.3 Merila za ugotavljanje učinkovitosti investicije**

Pri ocenjevanju učinkovitosti investicije se glede na dejavnost (gospodarska infrastruktura) in predvideno vrednost investicije upoštevajo finančna, ekonomska in razvojna merila.

##### **4.3.1 Finančna merila**

»S finančnimi merili se ugotavlja upravičenost projekta s stališča investitorja oz. upravljavca. Osnova za izračun finančnih meril za ugotavljanje učinkovitosti investicije je finančna analiza investicije (finančni gotovinski tok). Pri izračunih dinamičnih meril se uporablja metoda diskontiranja.

Finančna merila so:

- finančna neto sedanja vrednost (NSVf),
- finančna interna stopnja donosnosti (ISDf),
- finančna relativna neto sedanja vrednost (RNSVf) in/ali
- finančni količnik relativne koristnosti (K/Sf).« (UEM, 26. člen)

##### **4.3.2 Ekonomska merila**

»Z ekonomskimi oz. družbenoekonomskimi merili pri izračunu upravičenosti projekta ugotavljamo tudi učinke, ki jih projekt prinaša ne samo upravljavcu, temveč tudi drugim ekonomskim in preostalim subjektom. Ekonomska merila poleg neposrednih učinkov (stroškov in koristi) vključujejo tudi posredne vplive na družbo kot celoto (na primer vpliv na okolje, varnost in zdravje).

Za investicije nad 5.000.000 € se izdelava ekonomska ocena učinkovitosti na podlagi ovrednotenja v obračunskih cenah z upoštevanjem družbene diskontne stopnje.

Osnova za izračun ekonomskih meril je ekonomska analiza (ekonomski tok). Pri izračunih dinamičnih meril uporabljamo metodo diskontiranja.

Ekonomska naložbena merila so:

- ekonomska neto sedanja vrednost (NSVe),
- ekonomska interna stopnja donosnosti (ISDe),
- ekonomska relativna neto sedanja vrednost (RNSVe) in/ali
- ekonomski količnik relativne koristnosti (K/Se).« (UEM, 26. člen)

#### 4.3.3 Razvojna merila

»Pri ocenjevanju investicij nad 25.000.000 € se uporabljajo tudi ekonomska merila, ki se ne dajo izraziti v denarju ter druga razvojna merila. Pripravi se presoja ustreznosti z vidika ciljev narodnogospodarskega, sektorskega in okoljevarstvenega razvoja, ki sistematično upošteva tudi nedenarne učinke, in to s točkovanjem in tehtanjem prisojenih učinkov investicijskega projekta z multikriterijsko analizo.

Projekt ustreza ciljem narodnogospodarskega, sektorskega razvoja, varstva okolja, varnosti in drugim ciljem skupno s tistimi, ki izhajajo iz prevzetih mednarodnih obveznosti, če v predinvesticijski zasnovi ali investicijskem programu doseže določen odstotek mogočih točk, ki jih določi področna metodologija oz. medresorska strokovna komisija, upošteva naslednja merila:

č) Merila za varstvo okolja:

- izboljšanje kakovosti zraka in zmanjšanje onesnaževanja,
- izboljšanje čistoče vode in koristi iz vodnih virov,
- zmanjšanje škode na kmetijskih pridelkih in v gozdu,
- ohranitev identitete krajine ter kulturne in naravne dediščine,
- zmanjšanje škode pri strukturi in sestavi tal,
- ohranjanje in upravljanje vodnega režima.

d) Merila za zagotavljanje trajnostnega razvoja:

- prispevek k vzdržnemu (trajnostnemu) razvoju družbe,
- prispevek k izboljšanju regionalnega razvoja.« (UEM, 26. člen)

Glede na opisano uredbo je za potrebe vrednotenja investicij v varstvo pred škodljivim delovanjem voda potrebno uporabiti analizo stroškov in koristi, kjer stroške predstavljajo celotni stroški projekta za zmanjšanje poplavne ogroženosti, koristi pa lahko prepoznamo kot zmanjšano pričakovano poplavno škodo (najpogosteje se obravnava samo neposredna, opredmetena škoda). Zato je v nadaljevanju podan primer vrednotenja neposredne opredmetene poplavne škode za primer območja naselja Pšata.

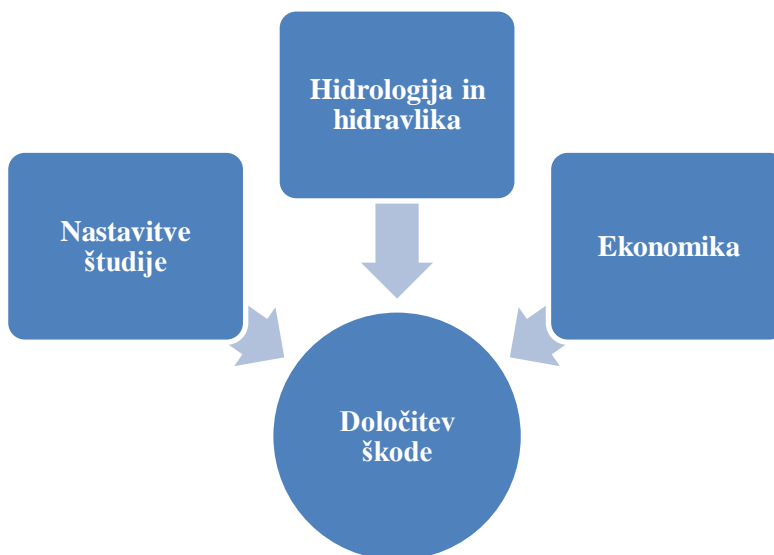
## 5 MODEL ZA OCENJEVANJE ŠKODE HEC-FDA

### 5.1 Opis modela

Programska oprema HEC-FDA, ki je namenjena izvajanju analiz za zmanjšanje poplavne škode (Flood Damage Reduction Analysis) in jo je razvil Hidrološki inženirski center (Hydrologic Engineering center, HEC), ki deluje znotraj Inženirske enote ameriške vojske (US Army Corps of Engineers, USACE), nam omogoča celostno hidrološko, hidravlično in ekonomsko analizo pri oblikovanju in vrednotenju načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti. Različne načrte primerjamo preko pričakovanih letnih škod (PLŠ), ki nam jih kot rezultat analize izračuna model. (HEC-FDA User's Manual, 2008)

Model je vsebinsko razdeljen na štiri sklope, kot prikazuje preglednica 6.

Preglednica 6: Vsebinski sklopi modela HEC-FDA



### 5.2 Delovanje modela HEC-FDA

V nastavitvah definiramo škodne odseke in vodotoke, ki jih bomo obravnavali v naši analizi. Vsak škodni odsek omejimo z začetnim in končnim prečnim profilom ter mu določimo indeksno stacionažo, na kateri se bodo seštevale vse škodne krivulje objektov znotraj določenega škodnega odseka. Poleg tega določimo še časovno obdobje za katerega izvajamo analizo in predvidene ukrepe.

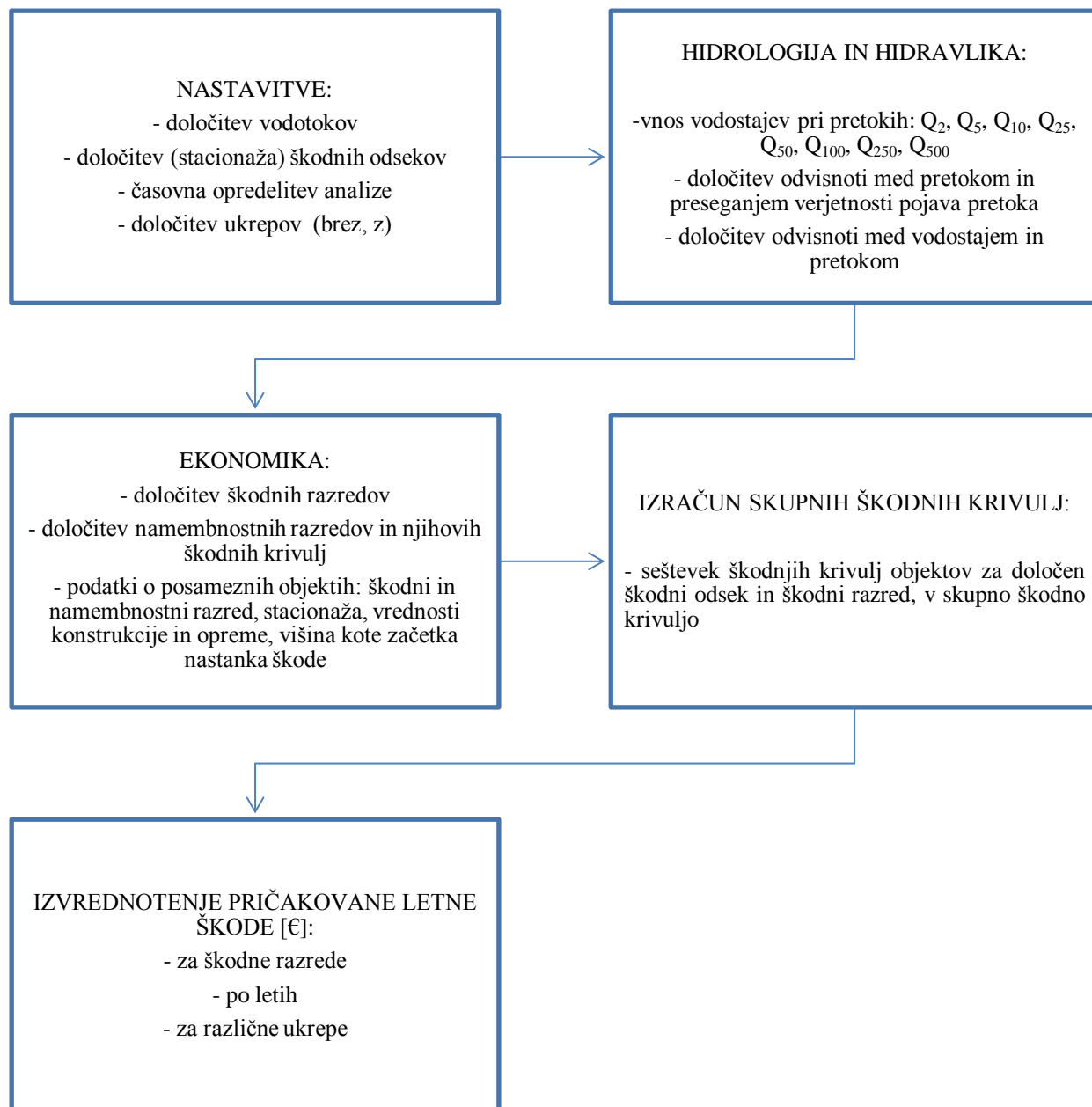
V naslednjem koraku definiramo hidrološko hidravlične lastnosti obravnavanega območja. Določiti moramo:

- prečne profile s pripadajočo stacionažo, koto dna struge in kote gladin vode za povratne dobe: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250 in 500 let,
- odvisnost pretoka od preseganja verjetnosti pojava pretoka in
- odvisnosti vodostaja od pretoka.

V zadnjem koraku definiranja obravnavanega območja določimo podatke o objektih. Vse objekte je potrebno umestiti v škodni razred (npr. bivanjski objekti, gospodarski objekti, ...) in namembnostni razred (npr. hlevi, kozolci, obrtne delavnice). Vsak namembnostni razred ima določeno škodno krivuljo za konstrukcijo in nepremično opremo, ki je skupna vsem objektom v

določenem razredu. Poleg tega objektu določimo koto pritličja oz. začetka nastanka škode, na katerem prečnem profilu se nahaja in maksimalno ocenjeno vrednost konstrukcije in opreme.

Preglednica 7: Potek izračuna pričakovane letne škode s programom HEC-FDA

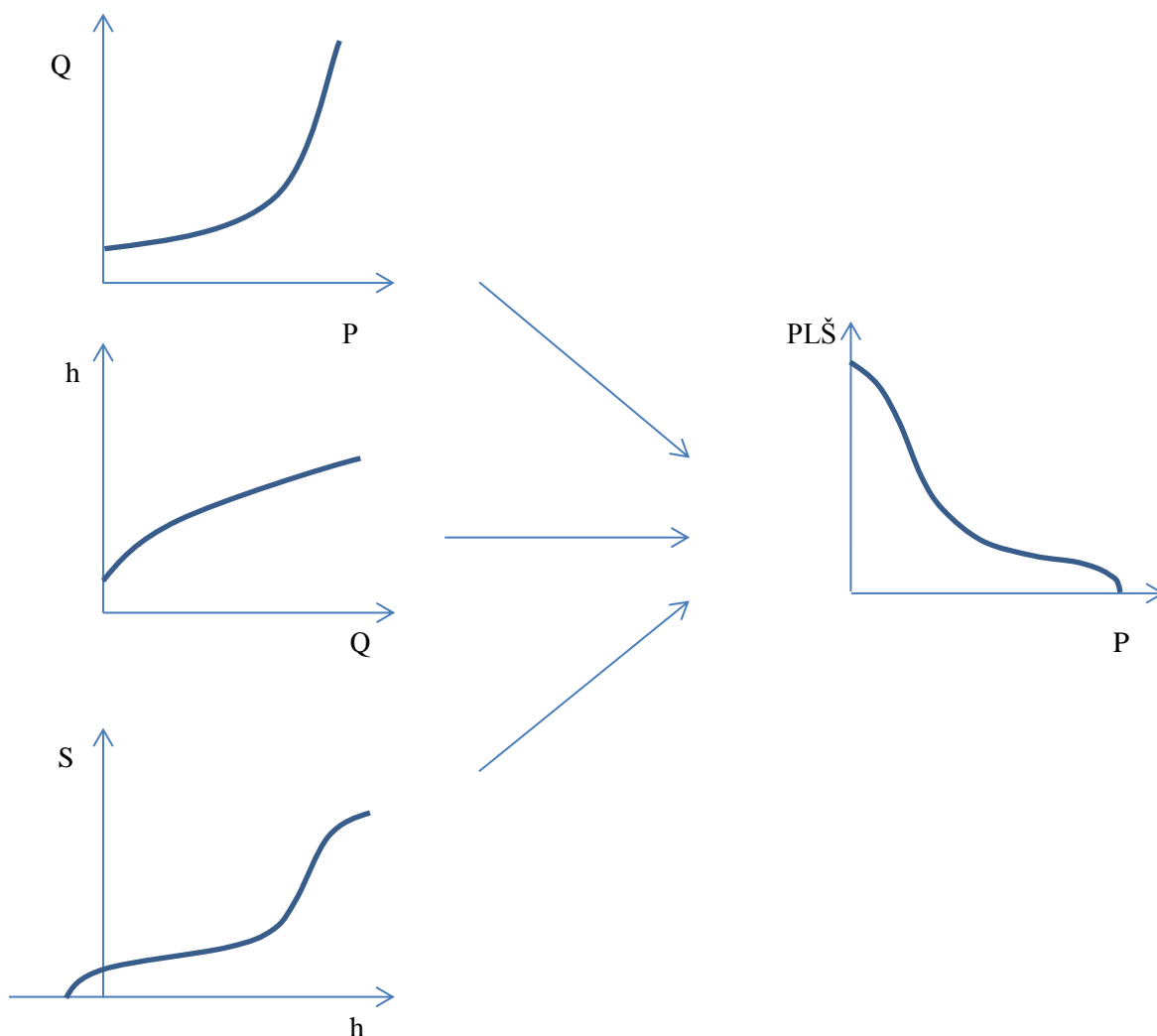


### 5.3 Izračun pričakovanih letnih škod (PLŠ)

Račun pričakovane letne škode (PLŠ) temelji na podlagi združitve treh krivulj:

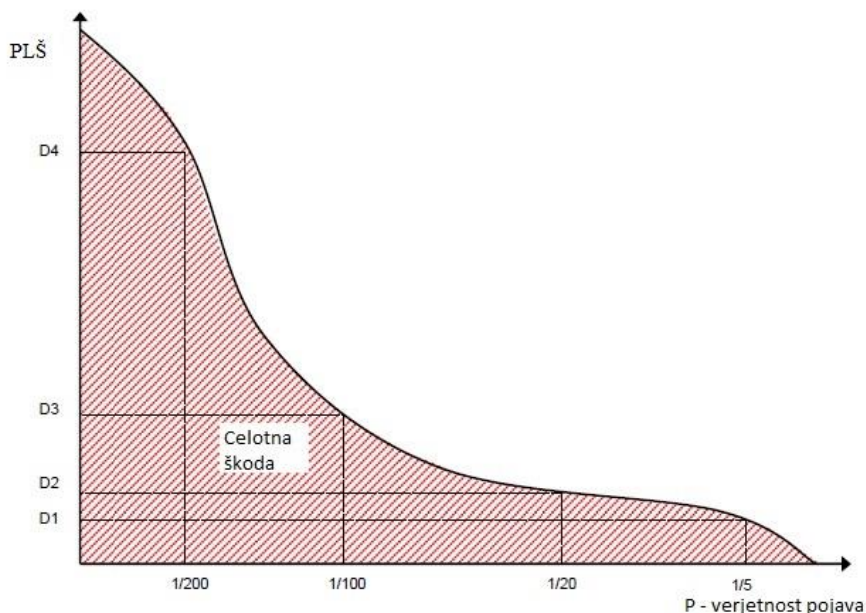
- hidrološke krivulje  $Q = f(P)$ ,
- pretočne krivulje  $h = f(Q)$  in
- škodne krivulje  $S = f(h)$ .

Ker se pri vsaki od teh krivulj pojavlja odstopanje oz. razpršenost okrog najverjetnejše krivulje, ki se povečuje z naraščanjem vrednosti, problem prenosa napake program reši z numeričnim postopkom Monte Carlo. Postopek temelji na n-kratnem ponavljanju določenega poskusa in vsakokratnem računanju povprečja posameznega poskusa sproti. Ob dovolj natančnem ujemanju povprečja dveh zaporednih poskusov, je postopek zaključen, zadnja izračunana vrednost pa najverjetnejše pričakovano povprečje (PLŠ). (Trček, 2003)



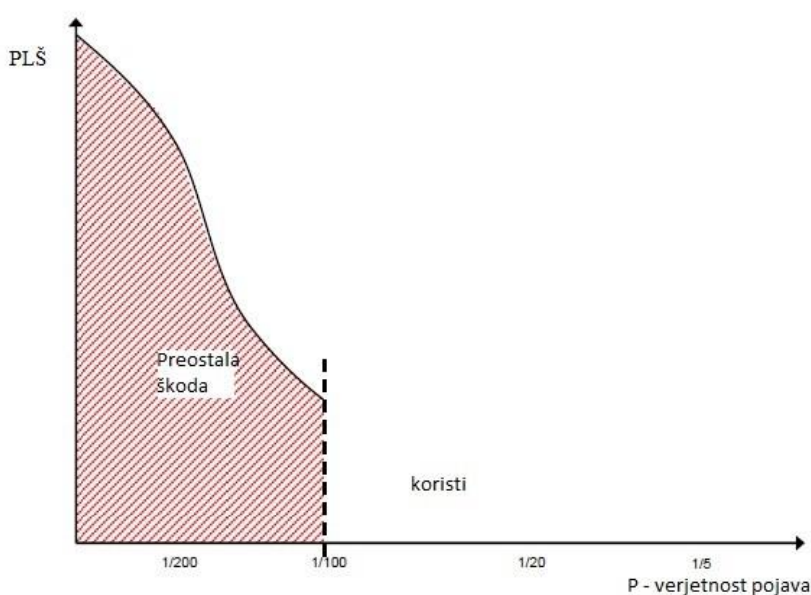
Slika 3: Princip upoštevanja krivulj pri določitvi PLŠ po metodi FDA

Krivulja PLŠ prikazuje pričakovano letno škodo, ki se bo pojavila, če se zgodi poplava z določeno verjetnostjo. Na primer, na sliki 4 je pričakovana letna škoda za poplavo, ki se zgodi enkrat na sto let ( $1/100$ ) enaka višini škode D3. Celotna ploščina pod krivuljo predstavlja povprečno celotno pričakovano letno škodo za poplave vseh verjetnosti.



Slika 4: Krivulja PLŠ »brez ukrepa« (Messner, 2007, str. 8)

Vplive različnih protipoplavnih ukrepov na zmanjšanje tveganja lahko ocenimo preko analiz poplavnih tveganj kot prikazuje slika 5. V tem primeru protipoplavni ukrep omogoča varovanje pred poplavami z verjetnostjo nastanka enkrat na sto let. Letne koristi ukrepa so predstavljene kot razlika med ploščinama pod škodnima krivuljama »brez ukrepa« in »z ukrepom« (desno od črtkane črte).



Slika 5: Krivulja PLŠ »z ukrepom« (Messner, 2007, str. 9)



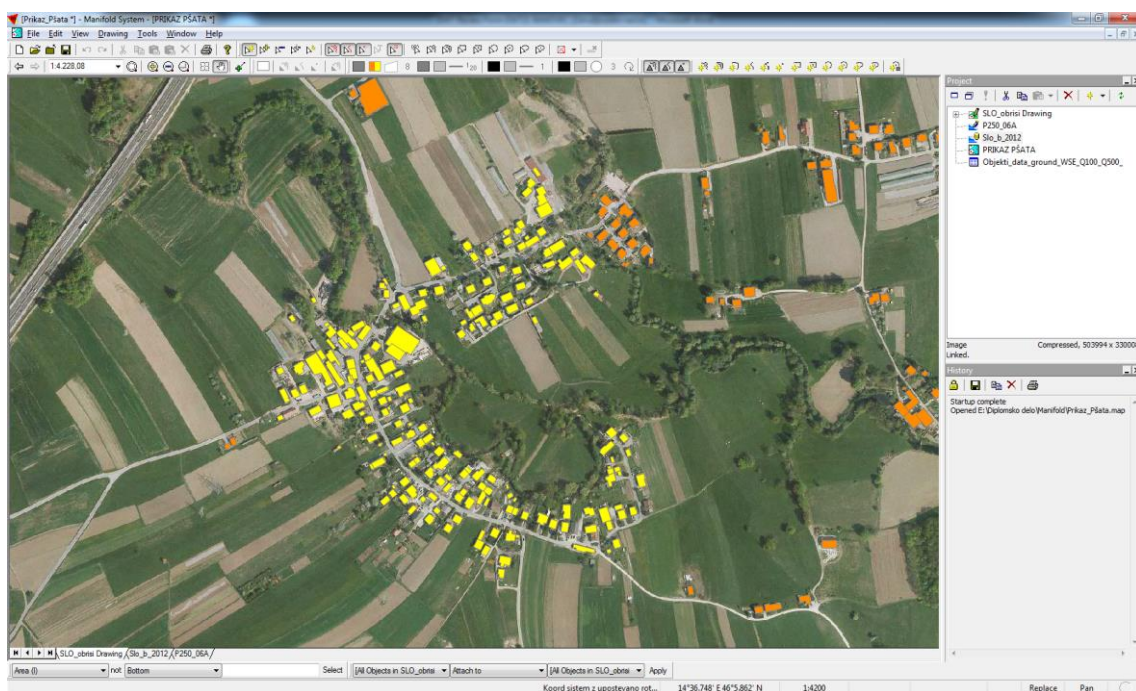
Druge vrste ukrepov bodo imeli druge vplive na obliko krivulje PLŠ. Na primer, zmanjšanje poseljenosti na poplavnem območju bi najverjetneje vodilo k pomiku krivulje levo-navzdol. Za to je potrebno izračunati vplive različnih ukrepov na krivuljo PLŠ.

Primerjava krivulje PLŠ in iz nje izhajajočih koristi s stroški, ki so povezani z ukrepom v primernem časovnem obdobju (letni stroški ali stroški nastali preko celotnega življenjskega obdobja protipoplavnega objekta) ponudi informacijo o učinkovitosti ukrepa oz. ali so koristi za družbo večje kot stroški. Če je razmerje koristi proti stroškom protipoplavnega ukrepa znatno večji kot 1, lahko smatramo, da bo tovrstni ukrep družbi prinesel koristi. V kolikor je to razmerje manjše kot 1 ali povezan z veliko negotovostjo, se za tovrstni ukrep raje ne odločimo. Tovrstna informacija, ki izhaja iz analize stroškov-koristi (angl. CBA) je pomembna v postopku odločanja o izbiri protipoplavnih ukrepov oz. pri razvrščanju ukrepov po njihovi koristnosti.

## 6 POSTOPEK ANALIZE

### 6.1 Pričakovane letne škode

Pred obravnavo območja v modelu za ocenjevanje škod HEC-FDA, je bilo potrebno z ogledom na terenu zbrati še nekatere manjkajoče vhodne podatke. Pri njihovem beleženju smo si pomagali z GIS orodjem Manifold.

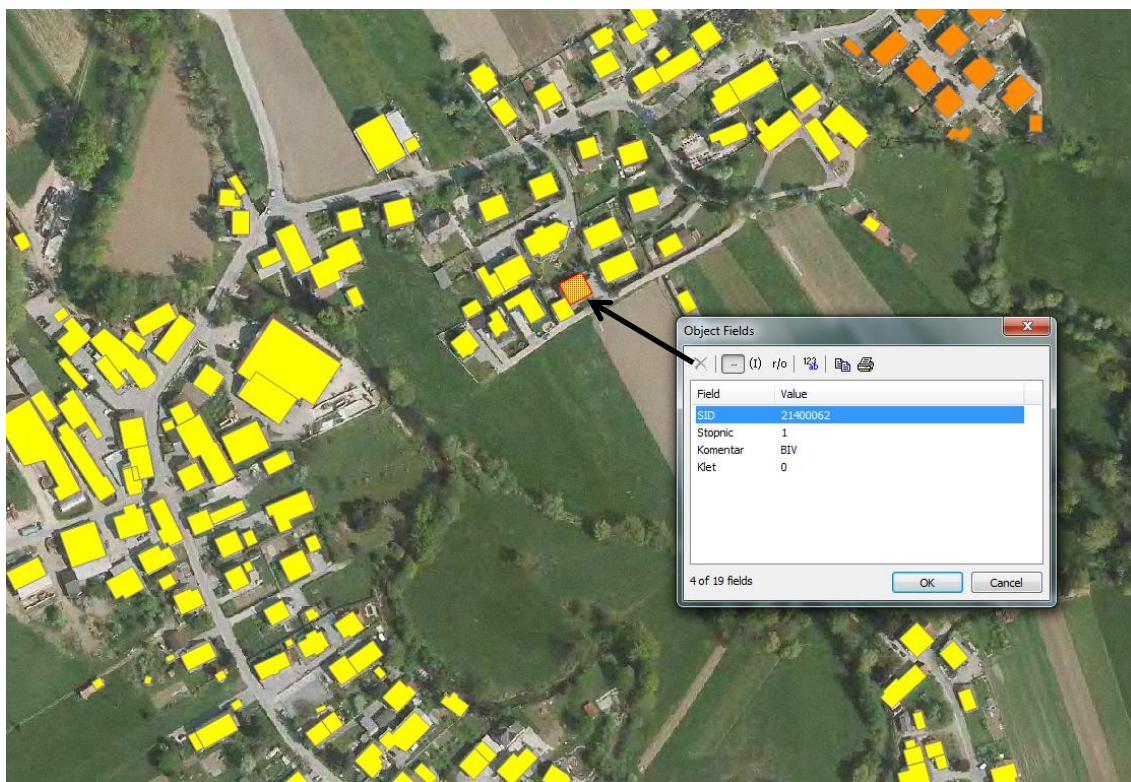


Slika 6: Prikaz obravnavanih objektov (označeni rumeno) v GIS programu Manifold

Objektom je bilo potrebno določiti njihov škodni razred in nadmorsko višino začetka nastanka škode na objektu. Objekte smo glede na škodni razred razvrščali v dva razreda z oznakami:

- BIV, za objekte namenjene bivanju in
- GOS, za objekte z drugim namenom (npr. gospodarska poslopja, garaže, delavnice).

Hkrati smo določili še koliko stopnic nad samim terenom se nahaja prva etaža oz. se začne pojavljati škoda na objektu. Vseh objektov, ki smo jih popisali je bilo 195, vrednost SID (Structure Inventory for Damage Analysis) je objektom program določil samodejno.



Slika 7: Lastnosti objekta v programu Manifold

Za vse izbrane objekte smo nato iz obstoječega 2D hidravličnega modela določili minimalno in maksimalno nadmorsko višino vode pri  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  in koto terena znotraj posameznega objekta. Za nadaljnje postopke smo uporabili srednje vrednosti zgornjih višin. Višine vode pri poplavah s povratnimi dobami 2, 5, 10, 25, 50 in 250 let smo določili s preračunom. Objekte, ki jih 100 in 500 letne poplavne vode v hidravličnem modelu niso dosegle, smo izločili iz analize. Tako je za obdelavo ostalo še 62 objektov.

Na podlagi kote terena in števila stopnic, smo po spodnjem računu določili nadmorsko višino prve etaže:

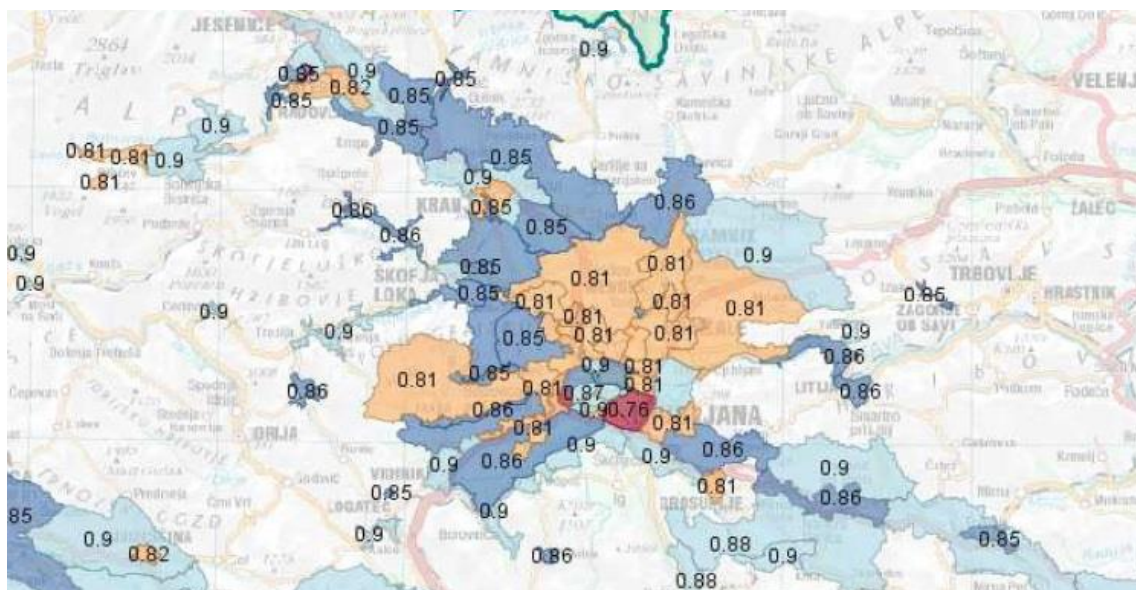
$$\text{Višina prve etaže} = \text{kota terena} + (\text{število stopnic} \cdot 17\text{cm})$$

Iz obstoječega hidravličnega modela smo pridobili tudi podatke, s katerimi je program HEC-FDA po vnosu izračunal funkcijo odvisnosti med pretokom in preseganjem verjetnosti pojava pretoka ter odvisnosti med vodostajem in pretokom, ki vsebinsko spadata v hidrološko-hidravlični del programa.

Pri oceni vrednosti objektov (konstrukcije) smo kot orientacijske vrednosti uporabili podatke Geodetske uprave RS (GURS), ki so bili pridobljeni z nacionalnim popisom nepremičnim leta 2007 in so javno dostopni preko aplikacije na spletni strani uprave. Zaradi zavedanja, da so bile nepremičnine vrednotene v času pred nastopom svetovne gospodarske krize leta 2008, ko so bile cene nepremičnin zelo visoke in smo govorili o t.i. nepremičninskem balonu, smo se odločili, da jim znižamo vrednost za tretjino. Tekom izdelave diplomske naloge je GURS objavil predlog Uredbe o določitvi indeksov vrednosti nepremičnin, ki je bila poslana v medresorsko usklajevanje. Indeksi vrednosti nepremičnin so izračunani kot kumulativni indeksi vrednosti nepremičnin za obdobje od 1. julija 2010 do 1. januarja 2013. Iz slike 8 je za območje vasi Pšata predvideno znižanje ocene vrednosti hiš za 19%.



Ob predpostavki, da se bodo v prihodnosti cene nepremičnin še znižale, vrednotimo oceno, ki smo jo sami predhodno naredili glede vrednosti hiš, kot ustrezno.



Slika 8: Indeksi znižanja vrednosti hiš (GURS, 2013: str. 4)

Ker vrednosti nepremične opreme niso podane, smo vrednost tovrstne opreme v objektu določili z razmerjem  $\frac{\text{vrednost opreme}}{\text{vrednost konstrukcije}} = 40\%$ .

Po vnosu vseh podatkov in izvedbi zgoraj opisanega postopka nam program ovrednoti pričakovano letno škodo v obravnavanem letu 2013. Kot je razvidno iz slike 9, ta za oba škodna razreda skupaj znaša 9.551,52 €. Zaradi lažjega in preglednejšega računanja to število zaokrožimo na 10.000 €.

Damage by Analysis Year				
File Help				
Psata				
Expected Annual Damage by Damage Categories and Plans				
for Analysis Year 2013				
(Damage in \$'s)				
Plan Name	Plan Description	Damage Categories		Total Damage
		BIV	GOS	
Without	Without project condition	9211.10	340.43	9551.52

Slika 9: Razdelitev PLŠ po škodnih razredih

Škodni razred v katerem so zajeti gospodarski objekti predstavlja zgolj 3,5% celotne PLŠ. Prevladujoča razloga sta dva. Skupna ocenjena vrednost gospodarskih objektov dosega samo tretjino skupne ocenjene vrednosti bivanjskih objektov, kot prikazuje preglednica 8. Nadalje ima škodni razred GOS drugače definirano škodno krivuljo kot škodni razred BIV, saj je pri isti višini preplavitve določen nižji % nastale škode v odnosu do celotne vrednosti objekta

(konstrukcije). Vzrok je v splošnem poseganju po cenejših in odpornejših materialih, ki že primarno služijo bolj robustni uporabi (npr. betonske plošče v primerjavi s parketom).

Preglednica 8: Skupna in povprečna vrednost objektov po škodnih razredih

Škodni razred	Število objektov	Skupna vrednost (€)	Povp. vrednost objekta (€)
BIV	33	4.780.640,0	144.867,88
GOS	29	1.680.841,5	57.960,05

## 6.2 Model obstoječega stanja (1D-2D)

Stanje poplavne nevarnosti za obravnavano območje je bilo določeno v okviru študije (Izdelava hidravlične presoje in kart poplavne nevarnosti za potrebe postopka sprejemanja Sprememb in dopolnitev plana občine Domžale 2008/02), ki je bila izdelana leta 2008. Pri tem se je uporabljal hibridni 1D-2D matematični model FLO2D, ki omogoča modeliranje z metodo končnih razlik po poplavni površini, v sami strugi pa račun poteka z enodimenzijskim modelom. Struga (1D) in poplavne površine (2D) hidravlično komunicirajo in omogočajo prelivanje v obeh smereh. Sam hidravlični model ni predmet obravnavanega seminarja in zato ni podrobneje obdelan.

## 6.3 Verifikacija z registriranimi škodami

Verifikacija je postopek s katerim ugotovimo pravilnost oz. ustreznost izračunov, ki nam jih ponudi model. Pri verifikaciji izračunanih PLŠ si pomagamo z registriranimi škodami, ki so nastale ob preteklih poplavnih dogodkih. Poleg verifikacije nam tovrstni podatki lahko v nadaljevanju služijo tudi za kalibriranje modela.

Za zbiranje preteklih poplavnih škod se nismo odločili, saj nam za potrebe našega diplomskega dela zadošča groba ocene PLŠ. Poleg tega v poplavnih dogodkih v neposredni preteklosti (1990, 2007) na tem območju ni prišlo do nastopa visokih voda s 100-letno povratno dobo in zato referenčnega dogodka ni mogoče zajeti.

## 6.4 Ukrepi za zmanjšanje pričakovane letne škode

Z ukrepi želimo zagotoviti zmanjšanje pričakovane letne škode oz. zmanjšati ranljivost premoženja, ki se nahaja na območju na katerega bo imel ukrep učinek. Glede na reliefne značilnosti okolja v katerem se nahajamo in na podlagi preteklih ukrepov, ki so bili na reki Pšati že uporabljeni, kot možna ukrepa lahko prepoznamo:

- razbremenilnik nad vasjo Pšata in
- povečanje prevodnosti z manjšim razbremenilnikom ob strugi.

Ukrepa stroškovno še nista ovrednotena, zato analize stroškov in koristi (angl. CBA) trenutno ne moremo opraviti. Poleg navedenih ukrepov seveda obstajajo v naboru možnih ukrepov še ukrepi individualne zaščite, ki jih v tem primeru ne analiziramo posebej.

Zato postavimo obrnjeno izhodišče – dovoljeni strošek ukrepa sme biti takšen, da še zagotavlja pozitivno NSV (neto sedanja vrednost) ukrepa pri diskontni stopnji 7% ali vsaj 2%, ob 40 letni ekonomski življenjski dobi investicije.

»**Diskontna stopnja** je stopnja, s katero se bodoče vrednosti diskontirajo na zdajšnjo raven. Običajno se izenači z oportunitetnimi stroški kapitala.

1 evro, investiran po letni diskontni stopnji 5 %, bo vreden čez eno leto  $1 + 5 \% = 1,05$ ; po dveh letih  $(1,05) \times (1,05) = 1,1025$ ; po treh letih  $(1,05) \times (1,05) \times (1,05) = 1,157625$  itn. Diskontirana ekonomska vrednost enega evra, ki ga bomo zaslužili in porabili čez dve leti, je  $1 / 1,1025 = 0,907029$ ; čez tri leta pa  $1 / 1,157625 = 0,863838$ . Slednje je torej nasprotna računsko operacija kakor tista, prikazana zgoraj.« (Jerina, 2004: str. 45)

Preglednica 9: Diskontirane vrednosti

Diskontirane vrednosti		
Leta	$(1 + 7\%)^{-n}$	$(1 + 2\%)^{-n}$
1	0.934579	0.980392
2	0.873439	0.961169
3	0.816298	0.942322
4	0.762895	0.923845
5	0.712986	0.905731
6	0.666342	0.887971
7	0.622750	0.870560
8	0.582009	0.853490
9	0.543934	0.836755
10	0.508349	0.820348
20	0.258419	0.672971
30	0.131367	0.552071

»**Neto sedanja vrednost (NSV)** je razlika med diskontiranim tokom vseh prilivov oziroma koristi in diskontiranim tokom vseh stroškov projekta oziroma vsota diskontiranih neto koristi. Pri izračunih upoštevamo diskontno stopnjo. Projekt sprejmemo, če je neto sedanja vrednost večja od nič oziroma med več projekti izberemo tistega, ki ima najvišjo neto sedanjo vrednost.« (Jerina, 2004: str. 17)

»Z **ekonomsko dobo** (referenčno obdobje) zajamemo največje možno število let, za katera imamo na voljo projekcije iz analize stroškov in koristi. Napovedi o prihodnjem razvoju projekta je treba oblikovati za obdobje, ki ustreza ekonomsko koristni življenjski dobi projekta in ki je dovolj dolgo, da še zajame verjetne dolgoročne vplive. Ekonomska doba se spreminja glede na vrsto investicije. Referenčna časovna obdobja po področjih, ki jih priporoča Komisija, temeljijo na mednarodno priznanih izkušnjah in so prikazana v spodnji tabeli.« (Evropska komisija, 2006: str. 7)

Preglednica 10: Ekonomske dobe po področjih (Evropska komisija, 2006: str. 7)

Področje	Ekonomska doba (leta)
Energetika	15-25
Oskrba z vodo in okolje	30
Ceste	25-30
Industrija	10
Železnice	30
Pristanišča in letališča	25
Preostale storitve	15

#### **Običajno pričakovana donosnost**

»Donosnost se nanaša na znesek prejetega dobička glede na investirana sredstva. Donosnost najpreprosteje ocenimo tako, da izmerimo interno stopnjo donosnosti investicije, ki je diskontna stopnja, pri kateri so diskontirani stroški in prihodki projekta enaki. Z drugimi besedami, interna stopnja donosnosti je diskontna stopnja, pri kateri je neto sedanja vrednost (NSV) tokov stroškov in prihodkov nič. Navadno je pričakovana donosnost naložbe tista, ki zagotovi dovolj dohodkov, da so v celoti pokriti oportunitetni stroški vložkov (najboljši možni donos, ki ga vlagatelj lahko doseže z delom, upravljanjem in lastniškim kapitalom).« (Evropska komisija, 2006: str. 14)

Preglednica 11: Običajna pričakovana donosnost (Evropska komisija, 2006: str. 15)

<b>Schema Financiranja</b>  <b>Pričakovana donosnost*</b>	<b>Nepovratna javna sredstva</b>  <b>(+ nizek znesek pomoči)</b>	<b>Posojila + znesek pomoči</b>	<b>Predvsem posojila</b>
<b>Srednja – visoka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– letališča</li> <li>– energetika</li> <li>– turizem</li> <li>– telekomunikacij e/ICT</li> <li>– industrijske nepremičnine in</li> <li>– poslovni parki</li> <li>– investicije v pridobitne dejavnosti</li> </ul>		
<b>Srednja</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– trdni odpadki</li> <li>– pristanišča</li> </ul>	
<b>Srednja – nizka</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– ceste s cestnino</li> <li>– javni prevozi</li> <li>– oskrba z vodo in čistilne naprave za odpadne vode</li> </ul>	
<b>Nizka</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– železnice</li> <li>– zdravstvo</li> <li>– izobraževanje</li> <li>– raziskave, inovacije in prenos tehnologij</li> </ul>
<b>Ne obstaja</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>– ceste brez cestnine</li> <li>– preprečevanje poplav</li> </ul>

Pri izračunu upoštevamo metodo stalnih cen, kar pomeni, da upoštevamo inflacijo do tedaj, ko se opredeli bazno leto (obdobje), v nadaljevanju pa cene ohranjamo na istem nivoju in inflacije oz. splošnega vpliva rasti na indeks cen ne upoštevamo.

Predpostavimo, da za izvedbo ukrepa potrebujemo 2 leti, zato se stroški investicije enakomerno razdelijo na prvi dve leti. V tem času še ne nastopijo stroški vzdrževanja, kakor tudi ne koristi, ki se bodo realizirale šele po izvedbi ukrepa.

Po izvedbi ukrepa, od 3. do 40. zaporednega leta vsako leto namenimo investicijskemu vzdrževanju objektov 1% vrednosti prvotne investicije, s katerim zagotavljamo ohranitev prvotne ravni delovanja objektov.

V tem obdobju ukrep izkazuje koristi v vrednosti pričakovanih letnih škod. Drugih koristi, ki bi jih ukrep zagotovil s preprečevanjem ali zmanjšanjem škode, ki je v vsebinskem smislu



neopredmetena ali posredna, zaradi njihove neoprijemljivosti in podvrženosti k subjektivni oceni v naš izračun neto koristni ne bomo vključili.

Neto koristi projekta izračunamo za vsako leto posebej, kot razliko med koristmi in vsemi stroški.

Pri predpostavljeni diskontni stopnji 7% in ekonomski dobi ukrepa 40 let je pozitivna NSV izkazana pri investiciji do višine 110.000 €. Pri višji vrednosti investicije postane NSV ukrepa negativna.

Preglednica 12: Neto koristi pri investiciji 110.000 €

Zaporedno leto	Leto	Stroški investicije (€)	Stroški vzdrževanja (1% celotne investicije) (€)	Skupaj vsi stroški (€)	Koristi (PLŠ) (€)	Neto koristi (€)
1	2013	55000	0	55000	0	-55000
2	2014	55000	0	55000	0	-55000
3	2015	0	1100	1100	10000	8900
4	2016	0	1100	1100	10000	8900
5	2017	0	1100	1100	10000	8900
10	2022	0	1100	1100	10000	8900
20	2032	0	1100	1100	10000	8900
30	2042	0	1100	1100	10000	8900
40	2052	0	1100	1100	10000	8900

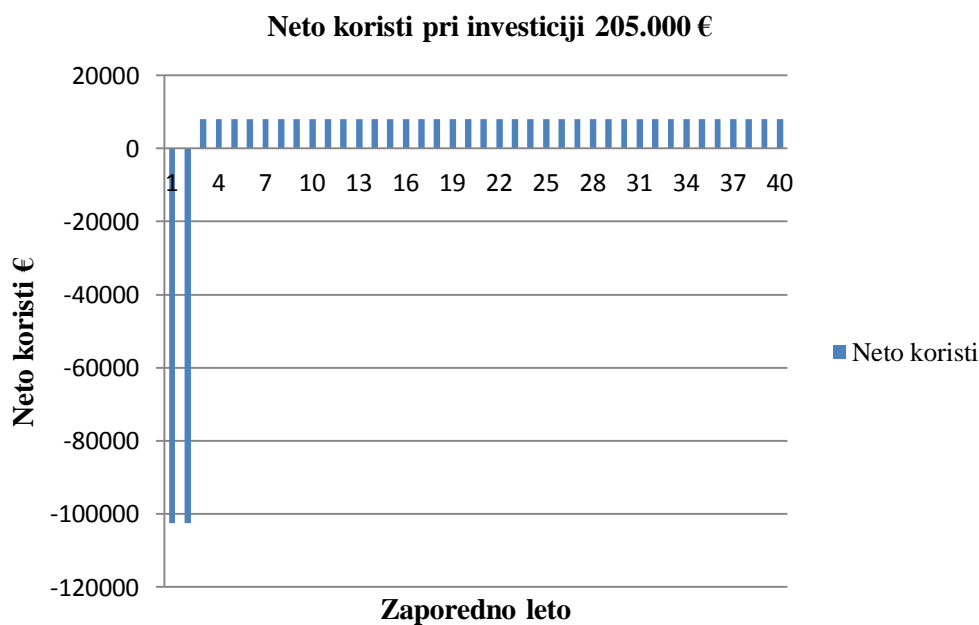


Slika 10: Graf neto koristi pri investiciji 110.00 €

Pri predpostavljeni diskontni stopnji 2% in ekonomski dobi ukrepa 40 let je pozitivna NSV izkazana pri investiciji do višine 205.000 €. Pri višji vrednosti investicije postane NSV ukrepa negativna.

Preglednica 13: Neto koristi pri investiciji 205.000 €

Zaporedno leto	Leto	Stroški investicije (€)	Stroški vzdrževanja (1% celotne investicije) (€)	Skupaj vsi stroški (€)	Koristi (PLŠ) (€)	Neto koristi (€)
1	2013	102500	0	102500	0	-102500
2	2014	102500	0	102500	0	-102500
3	2015	0	2050	2050	10000	7950
4	2016	0	2050	2050	10000	7950
5	2017	0	2050	2050	10000	7950
10	2022	0	2050	2050	10000	7950
20	2032	0	2050	2050	10000	7950
30	2042	0	2050	2050	10000	7950
40	2052	0	2050	2050	10000	7950



Slika 11: Graf neto koristi pri investiciji 205.000 €

Preglednica 14: Višina investicije, ki še zagotavlja pozitivno NSV ukrepa

Diskontna stopnja	Ekonomska doba	NSV	Višina investicije
2%	40 let	3.030 €	205.000 €
7%	40 let	3.120 €	110.000 €

## 7 UGOTOVITVE

Na podlagi pridobljenih rezultatov hidrološko-hidravlične študije lahko ugotovimo, da je 62 objektov v vasi Pšata izpostavljenih poplavnim vodam z do 500-letno povratno dobo. Od teh je 33 objektov namenjenih bivanju, ostalih 29 ima drugačen namen (gospodarska poslopja, garaže, delavnice). Noben objekt ni izpostavljen visokim vodam z 10-letno povratno dobo. Po vnosu vseh potrebnih podatkov v model HEC-FDA, nam ta poda rezultat o pričakovani letni škodi, ki znaša približno 10.000 € za celotno obravnavano območje. Na podlagi poenostavljene analize stroškov in koristi ugotovimo, da je pri ekonomski dobi 40 let in diskontni stopnji 7% ekonomsko upravičen ukrep v vrednosti do 110.000 € oz. v primeru diskontne stopnje 2% do 205.000€. Ukrepi, ki bi bili dražji ekonomsko niso opravičljivi.

Tudi v primeru dokaj nizke diskontne stopnje (2%), ki nam dopušča večji investicijski strošek, je izvedba razbremenilnika malo verjetna. Glede na poznavanje obstoječih cen na trgu gradbenih del ocenjujemo, da ta znesek ne bi pokril vseh stroškov ukrepa (priprava in vodenje projekta, odkup zemljišč, zemeljska dela, betonska dela, zidarska dela, ...).

Zato predlagamo usmeritev v manjše ukrepe, ki bi vsaj delno zmanjšali poplavno ogroženost. Glede na specifičnost lokacije kjer se ogroženi objekt nahaja, bi se morali odločati med manjšini ukrepi fizičnega ščitenja objekta (manjši naspi, betonski zid, zagatna stena) in preventivnimi ukrepi za zmanjšanje oziroma omilitev poplavne škode (namestitve nepovratnih ventilov, prestavitev električne napeljave, nakup potopne črpalke ter uporaba materialov, ki jih voda malo poškoduje, se lahko očistijo in hitro posušijo). Med pomembnimi preventivnimi ukrepi sta tudi seznanitev prebivalcev o poplavni ogroženosti območja na katerem prebivajo in vzpostavitev dobrega sistema informiranja in alarmiranja v času poplav. Prav tako lahko posledice poplav lažje premostimo z zavarovanjem nepremičnim in ostalega imetja, ki je ob poplavah lahko ogroženo.

## 8 ZAKLJUČKI

Finančna in ekonomska presoja investicij v vodno infrastrukturo je pomembno orodje, s katerim lahko z relativno majhnim vložkom presodimo o ekonomski upravičenosti ukrepov, ki se navadno črpajo iz javnih sredstev. Ravno zaradi financiranja iz javnih sredstev, so ukrepi-projekti poleg tehnične in ekonomske presoje, podvržene tudi bolj mehkim kategorijam presojanja, kot je lahko politično odločanje. Za politično odločanje lahko upravičeno prepoznamo, da ni vedno utemeljeno na racionalnih argumentih, kar ima lahko za posledico investiranje v ekonomsko neupravičene ukrepe.

Postopek analize pričakovane poplavne škode na podlagi dejanske ogroženosti specifičnega objekta in njegove škodne krivulje je zelo primerno orodje za izvajanje tovrstne analize, njegova uporabnost bi bila še bolj izrazita, če bi želeli ovrednotiti več različnih ukrepov in bi z njegovo pomočjo določili kateri izmed ukrepov je ekonomsko najprimernejši. Kot je značilno za vse modele se tudi pri delu z našim srečujemo z določeno negotovostjo, ki je odvisna predvsem od negotovosti vhodnih parametrov. Negotovost je z uporabo 2D hidravličnih modelov manjša. Ne glede na to pa negotovost še vedno obstaja predvsem zaradi težko predvidljivih dogodkov (npr. zamašitev mostnih odprtín), kakor tudi zaradi težko določljive dejanske poplavne ranljivosti posameznega objekta in premičnin v njem. Med parametri je negotovost tako predvsem povezana z ranljivostjo oziroma škodnim potencialom.

Zaradi javno dostopnih baz o vrednostih nepremičnin, kot je na primer GURS-ova, je določitev ekonomskih parametrov v modelu postala nekoliko lažja, hitrejša in predvsem omogoča bolj realno oceno dejanskega stanja na terenu. V kolikor bi bili na podoben način dostopni tudi podatki o preteklih poplavnih škodah, bi nam to omogočilo izvedbo naslednjega koraka v izvajanju analize in sicer verifikacijo ter kalibriranje modela.

Namen same naloge je bila seznanitev z osnovnimi pristopi modeliranja poplavnih škod in pa možnostih kvantitativnih kriterijev, ki jih lahko uporabljamo pri odločanju o njihovem zmanjšanju. Uporabljen pristop je sistemsko pravilen in glede na potrebe prinaša zadovoljive rezultate.

Zaključimo vsekakor lahko, da je ekonomska presoja investicije postopek, ki bi ga bilo potrebno izvesti za vsak projekt in temelji na načelu skrbnega gospodarja. V tem duhu in pretečih napovedih o zmanjševanju sredstev za javne investicije, je še toliko bolj pomembno z razpoložljivimi sredstvi podpreti projekte z dobro ekonomsko učinkovitostjo in na ta način ločiti zrno od plev oziroma visoko prioritete (ekonomsko učinkovite) projekte od nizko prioriteten projektov zmanjšanja poplavne ogroženosti.

## VIRI

Colorado water conservation board. 2006. Colorado floodplain and stormwater criteria manual: 52 str.

<http://cwcb.state.co.us/technical-resources/floodplain-stormwater-criteria-manual/documents/chapter%2012.pdf> (Pridobljeno 16. 8 .2013).

Evropska komisija, Generalni direktorat za regionalno politiko. 2006. Metodološki delovni dokument: Navodilo za uporabo metodologije pri izdelavi analize stroškov in koristi.

[http://www.eu-skladi.si/ostalo/navodila-za-izvajanje-kohezijske-politike-2007-2013/CBA\\_26.11.2007.pdf](http://www.eu-skladi.si/ostalo/navodila-za-izvajanje-kohezijske-politike-2007-2013/CBA_26.11.2007.pdf) (Pridobljeno 16. 8 . 2013)

Geodetska uprava Republike Slovenije. 2013. Indeksi vrednosti nepremičnin po vrednostnih conah modelov vrednotenja nepremičnin: str. 8.

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/medresorska/Predlogi\\_indeksi/Uredba\\_i\\_indeksi\\_Priloga.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/medresorska/Predlogi_indeksi/Uredba_i_indeksi_Priloga.pdf) (Pridobljeno 25. 8 .2013)

IZVO-R. Inštitut za vodarstvo d.o.o. 2008. Izdelava hidravlične presoje in kart poplavne nevarnosti za potrebe postopka sprejemanja Sprememb in dopolnitev plana občine Domžale 2008/02.

Jerina, A. 2004. Priročnik za izdelavo analize stroškov in koristi investicijskih projektov. Ljubljana. Služba vlade RS za strukturno politiko in regionalni razvoj: 136 str.

[http://www.mf.gov.si/fileadmin/mf.gov.si/pageuploads/Prora%C4%8Dun/Na%C4%8Drt\\_razvoj\\_nih\\_programov/STROKOVNE\\_PODLAGE\\_\\_NAVODILA\\_\\_DRUGO/Prirocnik2004.pdf](http://www.mf.gov.si/fileadmin/mf.gov.si/pageuploads/Prora%C4%8Dun/Na%C4%8Drt_razvoj_nih_programov/STROKOVNE_PODLAGE__NAVODILA__DRUGO/Prirocnik2004.pdf) (Pridobljeno 16. 8. 2013).

Komac, B., Natek, K. Zorn, M. 2008. Geografski vidik poplav v Sloveniji. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 180 str.

<http://giam2.zrc-sazu.si/sites/default/files/9789612540913.pdf> (Pridobljeno 17. 8. 2013).

Messner, F. (ur.), Penning-Roswell, E. (ur.), Green, C. (ur), idr. 2007. Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods: 178 str.

[http://www.floodsite.net/html/partner\\_area/search\\_results3b.asp?docID=50](http://www.floodsite.net/html/partner_area/search_results3b.asp?docID=50) (Pridobljeno 5. 3. 2013).

Trček, R. 2003. Ocenjevanje poplavne škode. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 129 str.

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ. Uradni list RS, št. 54-3041/2010: 8195.

US Army Corps of Engineers, Hydrologic engineering center. 2008. HEC-FDA Flood damage reduction analysis User's Manual.

[http://www.hec.usace.army.mil/publications/ComputerProgramDocumentation/HEC-FDA\\_UsersManual\\_\(CPD-72\).pdf](http://www.hec.usace.army.mil/publications/ComputerProgramDocumentation/HEC-FDA_UsersManual_(CPD-72).pdf) (Pridobljeno 10. 3. 2013).



## **SEZNAM PRILOG**

### **Priloga A: PODATKI OBRAVNAVANIH OBJEKTOV**

**A2**

**PRILOGA A: PODATKI OBRAVNAVANIH OBJEKTOV**

SID	Kat	Breg	Št. stopnic	Višina stopnic	1. flor stage	Vrednost GURS (€)	Popravek vrednosti (€)	Med elev grund	Med Q100	Med Q500
21400085	BIV	L	1	0,17	278,36	345570	224621	278,19	279,19	279,41
21400086	GOS	L	0	0	278,52	13229	8599	278,52	279,29	279,47
21400084	GOS	L	0	0	279,07	345570	224621	279,07	279,33	279,48
21400072	GOS	L	0	0	279,05	13413	8718	279,05	279,48	279,67
21399991	BIV	D	7	1,19	280,32	216369	140640	279,13	279,40	279,70
21400083	GOS	L	0	0	279,57	345570	224621	279,57	279,40	279,70
21399990	BIV	D	1	0,17	279,94	249098	161914	279,77	279,56	279,84
21400070	BIV	L	1	0,17	280,06	178093	115760	279,89	279,64	279,94
21399989	GOS	D	0	0	279,44	4261	2770	279,44	279,71	280,01
21400067	BIV	L	13	2,21	281,73	171892	111730	279,52	279,93	280,16
21400006	GOS	L	0	0	279,94	227977	148185	279,94	279,96	280,26
21400076	GOS	L	0	0	279,91	10386	6751	279,91	279,96	280,26
21399881	GOS	L	1	0,17	280,19	227977	148185	280,02	280,05	280,35
21400069	BIV	L	7	1,19	280,81	196903	127987	279,62	280,14	280,44
21400074	GOS	L	0	0	280,15	121735	79128	280,15	280,14	280,44
21400066	BIV	L	10	1,7	281,71	172613	112198	280,01	280,14	280,45
21400075	GOS	L	0	0	280,22	10386	6751	280,22	280,17	280,47
21400073	BIV	L	1	0,17	280,11	121735	79128	279,94	280,24	280,52
21400046	BIV	L	8	1,36	281,08	139607	90745	279,72	280,26	280,56
21400045	GOS	L	0	0	280,32	185824	120786	280,32	280,29	280,59
21400048	BIV	L	7	1,19	280,70	212252	137964	279,51	280,38	280,63
21400062	BIV	L	1	0,17	280,45	180863	117561	280,28	280,39	280,69
21400063	GOS	L	0	0	280,36	180863	117561	280,36	280,39	280,69
21400047	GOS	L	0	0	280,67	3624	2356	280,67	280,40	280,70
21400064	BIV	L	5	0,85	280,83	232170	150911	279,98	280,43	280,81
21400049	BIV	L	8	1,36	281,46	272690	177249	280,10	280,84	280,97
21399945	GOS	D	3	0,51	281,65	34124	22181	281,14	280,69	280,99
21400068	BIV	L	7	1,19	281,43	203583	132329	280,24	280,83	281,13
21400056	BIV	L	6	1,02	281,49	214062	139140	280,47	281,02	281,25
31274632	BIV	L	1	0,17	281,46	272962	177425	281,29	281,33	281,39
31274638	BIV	L	8	1,36	282,53	407577	264925	281,17	281,30	281,41
21400055	BIV	L	1	0,17	280,83	214062	139140	280,66	281,38	281,42
31274663	BIV	L	1	0,17	281,59	278352	180929	281,42	281,31	281,42
21400058	BIV	L	4	0,68	281,85	245874	159818	281,17	281,33	281,44
21399977	GOS	D	4	0,68	281,40	10386	6751	280,72	281,37	281,46
31274642	BIV	L	1	0,17	281,55	237824	154586	281,38	281,26	281,46
31493271	BIV	L	1	0,17	279,67	335010	217757	279,50	281,29	281,47
21400057	GOS	L	0	0	281,00	2261	1470	281,00	281,33	281,48
21400059	GOS	L	0	0	281,26	245874	159818	281,26	281,33	281,48
21400054	GOS	L	0	0	280,75	5741	3732	280,75	281,37	281,52
31567803	BIV	L	1	0,17	281,67	272690	177249	281,50	281,45	281,53
21400052	BIV	L	7	1,19	282,37	219212	142488	281,18	281,46	281,61
21400044	GOS	L	0	0	281,29	11611	7547	281,29	281,47	281,62
21400050	GOS	L	0	0	280,55	7928	5153	280,55	281,46	281,63
21400051	BIV	L	1	0,17	281,16	168467	109504	280,99	281,51	281,67
21399998	BIV	L	0	0	279,74	7928	5153	279,74	281,51	281,71
21400043	GOS	L	0	0	280,88	11611	7547	280,88	281,57	281,71
21399928	BIV	D	1	0,17	280,17	166747	108386	280,00	281,44	281,74
31157708	GOS	D	2	0,34	282,02	368599	239589	281,68	281,62	281,77
21399929	BIV	D	1	0,17	281,60	166747	108386	281,43	281,48	281,78
21399999	GOS	D	0	0	279,97	4107	2670	279,97	281,54	281,79
21399921	BIV	D	1	0,17	282,03	166747	108386	281,86	281,68	281,98
21399926	BIV	D	1	0,17	281,62	409086	265906	281,45	281,68	281,98



SID	Kat	Breg	Št. stopnic	Višina stopnic	1. flor stage	Vrednost GURS (€)	Popravek vrednosti (€)	Med elev graund	Med Q100	Med Q500
21399934	GOS	D	0	0	281,96	11611	7547	281,96	281,68	281,98
21399927	GOS	D	0	0	281,77	166747	108386	281,77	281,73	282,03
21399997	BIV	D	0	0	281,36	154724	100571	281,36	281,88	282,13
21399996	GOS	D	0	0	281,43	2712	1763	281,43	281,88	282,14
21399995	BIV	D	0	0	281,63	154724	100571	281,63	281,88	282,14
21399924	GOS	D	0	0	282,10	4146	2695	282,10	282,34	282,47
21399994	GOS	D	0	0	282,35	3491	2269	282,35	282,23	282,53
21399993	GOS	D	0	0	282,41	4146	2695	282,41	282,24	282,54